

W164

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-274419

(P2001-274419A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 29/872		H 0 1 L 29/48	D 4 M 1 0 4
21/338			M 5 F 1 0 2
29/812		29/80	M

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-85962(P2000-85962)

(22)出願日 平成12年3月27日(2000.3.27)

(71)出願人 000191238

新日本無線株式会社

東京都中央区日本橋横山町3番10号

(72)発明者 沢崎 浩史

埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内

(72)発明者 新井 学

埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内

(72)発明者 木村 親夫

埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内

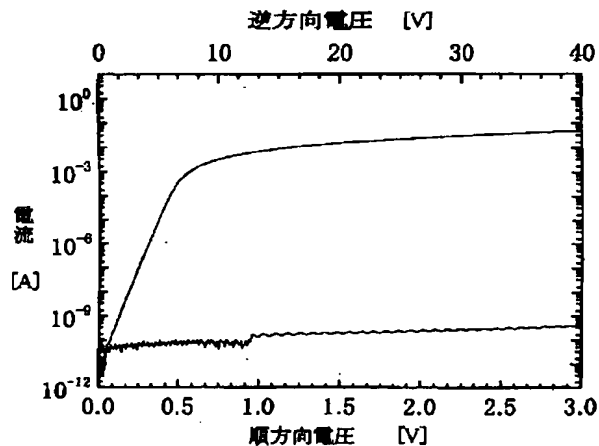
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【要約】

【課題】 順方向立ち上がり電圧が小さく、逆方向のリーク電流が小さいショットキー電極を備えた半導体装置を提供する。

【解決手段】 n型シリコンカーバイド基板上に、クロムからなるショットキー電極を備える。またクロムの酸化を防止する金属、具体的には、ニッケル、金、白金族金属のいずれか含む金属を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型シリコンカーバイド基体上に、ショットキー接続する金属電極を備えた半導体装置において、前記金属電極がクロムからなることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体装置において、前記クロムからなる前記金属電極表面に、該クロムの酸化を防ぐ金属が積層されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 請求項2記載の半導体装置において、前記クロムの酸化を防ぐ金属が前記n型シリコンカーバイド基板に接触するとき、該金属はニッケル、金、白金族金属のいずれかを含むことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はn型シリコンカーバイド基体上に、熱処理に対して安定なショットキー電極を備えた半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】シリコンカーバイドは、高温動作デバイス、大電力デバイスあるいは耐放射線デバイスなど、厳しい環境下で動作させようとする半導体装置の材料として期待されている。従来、n型シリコンカーバイド基板上にショットキー接続する金属として、チタン(Ti)、ニッケル(Ni)などが提案されている。このうちチタンは、ショットキー障壁の高さが低く、順方向立ち上がり電圧(V_f)が小さいが、逆方向のリーク電流が大きく、耐圧が低いため、大電力用デバイスのショットキー電極に採用することはできない。またニッケルは、障壁の高が高く、逆方向のリーク電流は小さいものの、順方向の立ち上がり電圧が大きく、オン抵抗が増大するため、大電力用デバイスのショットキー電極に採用することはできない。

【0003】さらにチタン、ニッケルとも、電極形成後に300℃以上の熱が加わると、電極金属とシリコンカーバイドが反応し、金属とシリコンの合金層(シリサイド層)を形成するため、半導体デバイスの電気的特性が変化してしまう。図14にシリコンカーバイド基板上にニッケル膜を被着した直後、図15に800℃、30秒の熱処理後、図16に950℃、30秒の熱処理後の電極金属とシリコンカーバイド基板界面の組成をオージェ分析した結果を示す。図に示すように、熱処理が施されると、シリコン、炭素、ニッケルが相互に拡散していることがわかる。

【0004】そのため、電極とシリコンカーバイド基板界面の組成が変化し、ショットキー特性が変化してしまう。具体的には、n値が被着直後に1.20であったものが、800℃の熱処理後に1.05に変化する。同様に障壁の高さが1.38eVから1.65eVに変化してしまう。これに伴い、順方向立ち上がり電圧も、0.

7Vから0.8Vに変化してしまう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように従来のショットキー電極は、大電力用デバイスに採用するのに好適な、順方向立ち上がり電圧が小さく、逆方向のリーク電流が小さいという特性を得ることができないという問題点があった。また、熱処理によってショットキー特性が変化し、高温動作デバイスに適用することができないという問題点があった。本発明は上記問題点を解消し、大電力用デバイス、高温動作デバイスに適用可能なショットキー電極を備えた半導体装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、n型シリコンカーバイド基体上に、ショットキー接続する金属電極を備えた半導体装置において、前記金属電極がクロムからなることを特徴とするものである。

【0007】請求項2に係る発明は、請求項1記載の半導体装置において、前記クロムからなる前記金属電極表面に、該クロムの酸化を防ぐ金属が積層されていることを特徴とするものである。

【0008】請求項3に係る発明は、請求項2記載の半導体装置において、前記クロムの酸化を防ぐ金属が、前記n型シリコンカーバイド基板に接触するとき、該金属はニッケル、金、白金族金属のいずれかを含むことを特徴とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、ショットキーバリアダイオードを例にとり、製造工程に従い説明する。まず、窒素がドーピングされたn+シリコンカーバイド基板1上に不純物濃度が $5 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atom/cm}^3$ 程度のn-シリコンカーバイドエピタキシャル成長層からなるn-シリコンカーバイド層2が形成された基板を用意する。熱酸化を行い、表面に二酸化シリコンからなる絶縁膜3を形成する。裏面側のn+シリコンカーバイド基板1上の絶縁膜3を除去し、ニッケルからなるオーミック電極4を形成する(図1)。

【0010】n-シリコンカーバイド層2表面にホトレジスト5を塗布し、ショットキー電極形成領域を開口するようにパターニングする。絶縁膜3の一部を除去し、露出したn-シリコンカーバイド層2上に、クロム膜6を蒸着する(図2)。

【0011】ホトレジスト5を溶解除去することによって、n-シリコンカーバイド層2上にショットキー電極7が形成され、ショットキーバリアダイオードが形成される。このように形成したオーミック電極4とショットキー電極7との間に電位を印加し、ショットキー電極の電位をオーミック電極より正側に印加したとき順方向特

性、極性を逆に印加されたとき逆方向特性が得られる。このようにした得られた電圧-電流特性を図4に示す。なお、ショットキー電極は、半径 $75\mu\text{m}$ の円形状とした。図に示すように、順方向立ち上がり電圧は 0.05V ($I_F=10^{-10}\text{A}$ のとき)と小さく、逆方向のリーク電流も少ないことがわかる。

【0012】同様に図5に、上記ショットキー電極を 800°C 、30秒間熱処理した後の特性を、図6に、 950°C 、30秒間熱処理した後の特性を示す。熱処理を行っても、大きな変化はみられず、安定した特性であることがわかる。これらの電圧-電流特性から、 n 値、障壁の高さを算出した結果をそれぞれ図7、図8に示す。比較のため、ニッケルショットキー電極の特性を同時に示す。図7に示すように、熱処理を行わなくても、 n 値が1に近く、熱処理を行ってもほとんど変化していないことがわかる。また、図8に示すように、ニッケル電極と比較して、障壁の高さも低く、安定していることがわかる。

【0013】このように、クロムからなるショットキー電極は、順方向立ち上がり電流が小さく、逆方向のリーク電流も少なく、大電力用デバイスに適していることがわかる。また、熱処理を行っても特性の変化が少なく、高温動作デバイスに適していることがわかる。

【0014】このように特性の変化の少ないクロム電極とシリコンカーバイド基板との界面のオージェ分析を行った。熱処理を行なう前の分析結果を図9に、 800°C 、30秒の熱処理を行った後の分析結果を図10に、 950°C の熱処理を行った後の分析結果を図11に示す。図に示すように、シリコン、炭素、クロムが相互に拡散することなく、組成が変化していないことがわかる。なお、熱処理を行った結果、クロム電極表面に酸素が確認されている。これは、クロム電極が酸化したためと考えられる。

【0015】そこでクロム電極の酸化を防止するため、露出するクロム電極表面にニッケル、金、白金族金属(ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金)など、別の金属を積層することも可能である。クロムの酸化を防ぐため、図12に示すように、クロムからなるショットキー電極7が露出しないように、白金族金属膜8で覆うように形成するのが望ましい。なお、白金族金属膜8等は、クロムより順方向立ち上がり電圧が十分大きいので、図12に示すように、シリコンカーバイド層表面に直接接触させても、ショットキーバリアダイオードとして特性が損なわれることはない。

【0016】図13にはクロム電極酸化を防止する別の例を示す。ショットキー電極7の端部が白金族金属膜9上に配置されるようにし、さらに表面を白金族金属膜8で被覆する構造とする。このような構造にすると、白金族金属等はクロムより障壁の高さが高いため、クロム電

極直下より深く空乏層が広がっており、電極端部での電界が緩和され、逆方向耐圧が改善されるという効果がある。

【0017】以上ショットキーバリアダイオードを例にとり説明を行ったが、本発明はこれに限定されることなく、種々変更することができるというまでもない。例えば、電界効果トランジスタのゲートとして、本発明のクロム電極を採用することも可能である。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、順方向立ち上がり電圧が小さく、逆方向リーク電流の少ない良好な特性のショットキー電極を形成することができた。このような特性のショットキー電極は、大電力用デバイスに適用するのに好適である。

【0019】また本発明によれば、熱処理を行っても特性の変動が少なく、高温動作デバイスに適用するのに好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のショットキーバリアダイオードの製造工程を説明する図である。

【図2】本発明の実施の形態のショットキーバリアダイオードの製造工程を説明する図である。

【図3】本発明の実施の形態のショットキーバリアダイオードの製造工程を説明する図である。

【図4】本発明の実施の形態のショットキーバリアダイオードのクロム電極を形成した直後の電圧-電流特性を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態のショットキーバリアダイオードの 800°C の熱処理を行った後の電圧-電流特性を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態のショットキーバリアダイオードの 950°C の熱処理を行った後の電圧-電流特性を示す図である。

【図7】熱処理温度と n 値との関係を示す図である。

【図8】熱処理温度と障壁の高さとの関係を示す図である。

【図9】シリコンカーバイド基板にクロム膜を被着した直後のオージェ分析結果を示す図である。

【図10】シリコンカーバイド基板にクロム膜を被着した後、 800°C の熱処理を行った後のオージェ分析結果を示す図である。

【図11】シリコンカーバイド基板にクロム膜を被着した後、 950°C の熱処理を行った後のオージェ分析結果を示す図である。

【図12】クロム電極の酸化を防止する金属膜を付着させたショットキーバリアダイオードを示す図である。

【図13】クロム電極の酸化を防止する金属膜を付着させた別のショットキーバリアダイオードを示す図である。

【図14】シリコンカーバイド基板にニッケル膜を付着

した直後のオージェ分析結果を示す図である。

【図15】シリコンカーバイド基板にニッケル膜を付着した後、800℃の熱処理を行った後のオージェ分析結果を示す図である。

【図16】シリコンカーバイド基板にニッケル膜を付着した後、950℃の熱処理を行った後のオージェ分析結果を示す図である。

【符号の説明】

1 n+シリコンカーバイド基板

2 n-シリコンカーバイド層

3 絶縁膜

4 オーミック電極

5 ホトレジスト

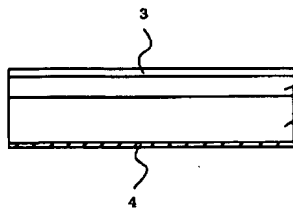
6 クロム膜

7 ショットキー電極

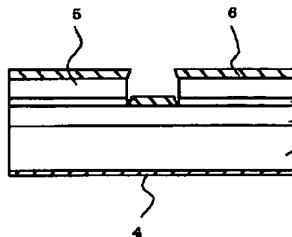
8 白金族金属膜

9 白金族金属膜

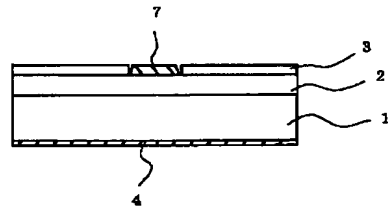
【図1】



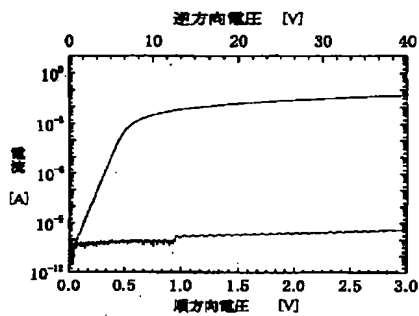
【図2】



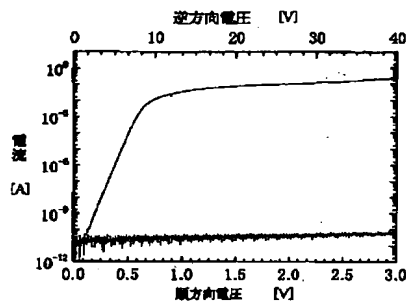
【図3】



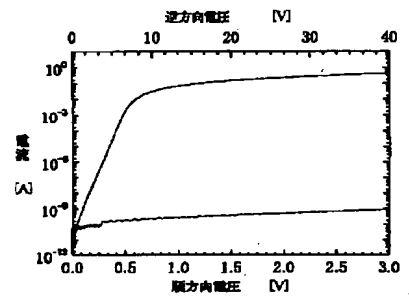
【図4】



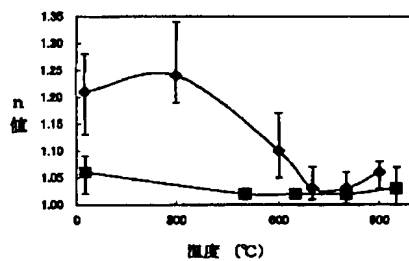
【図5】



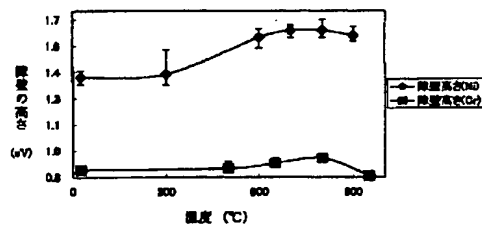
【図6】



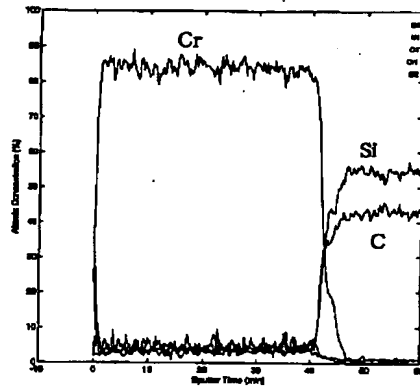
【図7】



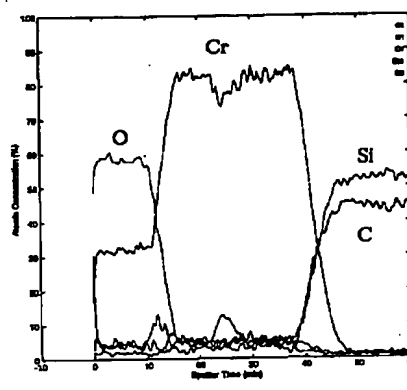
【図8】



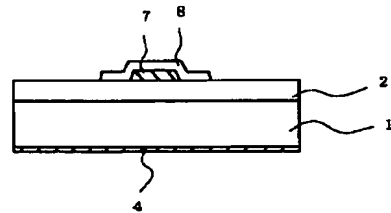
【図9】



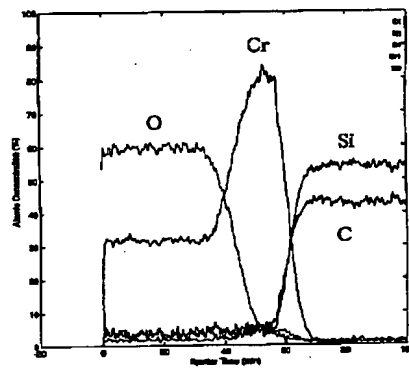
【図10】



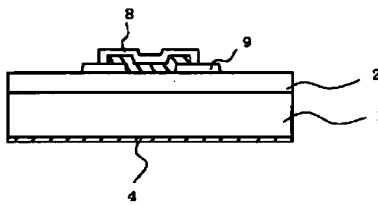
【図12】



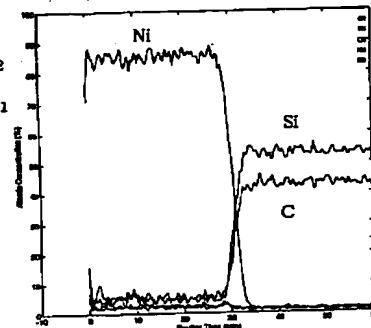
【図11】



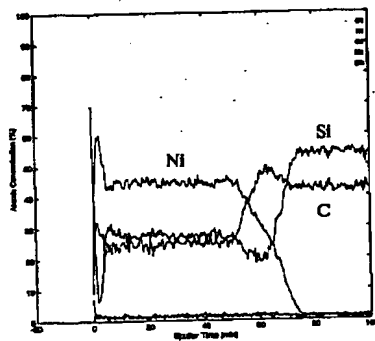
【図13】



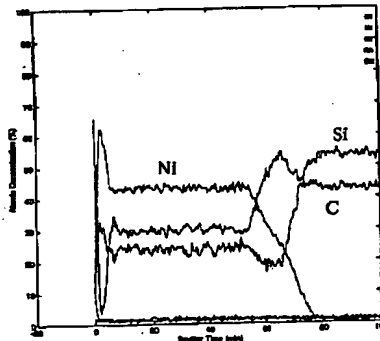
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M104 AA03 BB05 BB13 CC03 FF13
GG03 GG18
5F102 GD01 GJ02 GT01